

JP-A 5-111012

(laid open on April 30, 1993)

This reference discloses a moving picture encoding device in which the initial values of the amount of codes allocated and the quantization step size are set so that the ratio between the frame-based or field-based quantization step sizes generated for encoding each moving picture using one of different predictive encoding methods is optimized. However, the encoding device does not control the ratio according to a feature of the sequence of moving pictures to be encoded, unlike the present application.

A moving picture encoding device predictive-encodes, quantizes, and then variable-length encodes a moving picture signal, which is applied thereto in units of frame or field, by selectively using one of plural different predictive encoding methods. The moving picture encoding device comprises an activity computation circuit (116) for storing the quantization step size used and the amount of codes generated when encoding a frame or a field, and for computing the activity which is a quantity correlated with the amount of generated codes, and an encoding control unit (117) for determining the initial values of the amount of codes allocated and the quantization step size for each frame or each field to be encoded according to the quantization step size and the amount of generated codes stored in the activity computation circuit, and the activity computed by the activity computation circuit.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-111012

(43)公開日 平成5年(1993)4月30日

(51)Int.Cl.³

H04N 7/137

識別記号

庁内整理番号

Z 4228-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 18 頁)

(21)出願番号 特願平3-298317

(22)出願日 平成3年(1991)10月17日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 菊池 義浩

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 奥 忠宏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 増田 忠昭

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

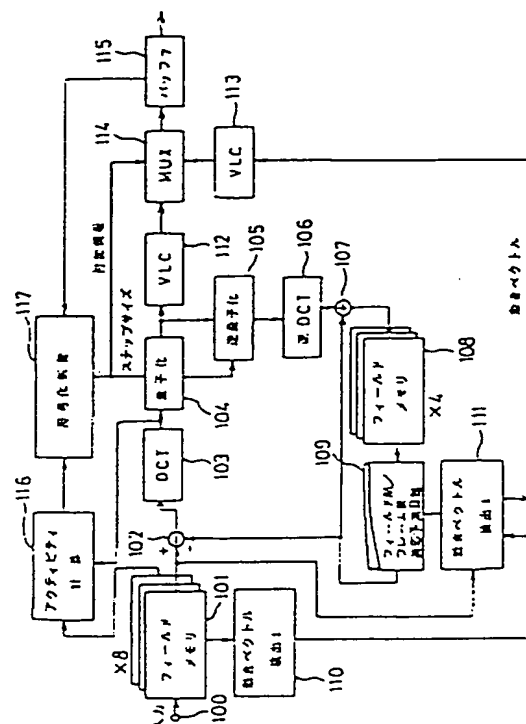
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動画像符号化装置

(57)【要約】

【目的】 Iピクチャ、PピクチャおよびBピクチャの量子化ステップ幅の比を最適値に近い値にして符号化効率を効果的に向上させることのできる動画像符号化装置を提供すること。

【構成】 フレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を複数の異なる予測符号化方式を選択的に用いて予測符号化し量子化した後、可変長符号化を行う動画像符号化装置において、符号化されたフレームまたはフィールドの量子化ステップ幅および発生符号量を記憶し発生符号量と相関を持つ評価量であるアクティビティを計算するアクティビティ計算回路116と、量子化ステップ幅と発生符号量および評価量を基に各フレームまたはフィールドに対する配分符号量および量子化ステップ幅の初期値を決定する符号化制御部117とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を複数の異なる予測符号化方式を選択的に用いて符号化する第1の符号化手段と、

この手段により符号化された信号を量子化する量子化手段と、

この手段により量子化された信号を可変長符号化する第2の符号化手段と、

前記第1および第2の符号化手段で符号化されたフレームまたはフィールドの前記量子化手段における量子化ステップ幅および前記第2の符号化手段における発生符号量を記憶する記憶手段と、

前記発生符号量と相関を持つ所定の評価量を計算する計算手段と、

前記量子化ステップ幅と発生符号量および評価量を基に各フレームまたはフィールドに対する配分符号量および量子化ステップ幅の初期値を決定する手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項2】 フレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を予測符号化する第1の符号化手段と、

この手段により符号化された信号を量子化する量子化手段と、

この手段により量子化された信号を可変長符号化する第2の符号化手段と、

この第2の符号化手段により発生した符号列を蓄える仮想バッファと、

この仮想バッファから一定の符号化対象領域毎に符号列を取り出す手段と、

前記仮想バッファの占有量を基に前記量子化手段における量子化ステップ幅を変更する手段と、

前記仮想バッファからの符号列取り出し量を前記符号化対象領域の発生符号量と相関を持つ所定の評価量を基に決定する手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項3】 フレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を予測符号化する第1の符号化手段と、

この手段により符号化された信号を量子化する量子化手段と、

この手段により量子化された信号を可変長符号化する第2の符号化手段と、

この第2の符号化手段により発生した符号列を蓄える仮想バッファと、

この仮想バッファから一定の符号化対象領域毎に符号列を取り出す手段と、

前記仮想バッファの占有量を監視する監視手段と、

この手段により監視された前記占有量が第1の閾値を超えかつ前回の監視時の占有量を上回っている場合には前記量子化手段における量子化ステップ幅を大きくし、前記占有量が第2の閾値を下回りかつ前回の監視時の前記占有量を下回っている場合には前記量子化ステップ幅を

小さくする手段とを具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は動画像符号化装置に係り、特にフレーム内符号化と動き補償予測符号化を組み合わせた符号化方式の動画像符号化装置における符号化レートの制御に関する。

【0002】

【従来の技術】 ビデオ信号などの動画像の高能率符号化技術として、フレームまたはフィールド内符号化と、前方および後方のフレームまたはフィールドを用いた動き補償予測符号化を組み合わせた符号化方式が知られている。このような動画像符号化装置では、発生符号量を一定値以下に抑えるために、符号化レートをなんらかの方法で制御する必要がある。

【0003】 図9を参照して、従来の符号化レート制御方式を説明する。これは仮想的なバッファを用いた符号化レート制御方式であり、符号化レートの制御は量子化ステップ幅を変えることによって行われる。符号化装置900から発生された符号列902は、一時的にバッファ901に蓄えられ、画面の中の固定の大きさの領域（以下、スライス）の符号化が終了する毎に、一定量 N ビットずつ取り出される。そして、このときのバッファ占有量の大きさを監視し、バッファ占有量が設定値より多いときは量子化ステップ幅904を大きくして発生符号量を抑え、バッファ占有量が少ないときは量子化ステップ幅904を小さくして発生符号量が多くなるよう制御を行う。量子化ステップ幅 Q_S はバッファ占有量 B_C と次式のような関係にある。

【0004】

$$Q_S = 1 + 31 \cdot B_C / B_{CY}$$

（ B_{CY} ：バッファ容量）すなわち、バッファ占有量が0の時には量子化ステップ幅を最小の値1とし、バッファ占有量がバッファ容量いっぱい時には、量子化ステップ幅を最大の値31とし、その間の時はバッファ占有量の0から最大値までを量子化ステップ幅の1から31までに均等に割り付けるようになっている。但し、例外的な処理として、もしバッファ占有量が0以下の所謂バッファアンダーフローになった場合は、バッファ占有量を0にし、量子化ステップ幅は最小の値1にする。また、バッファ占有量がバッファ容量を超える所謂バッファオーバーフローとなった場合には、バッファ占有量をバッファ容量と等しくし、量子化ステップ幅を最大の値31にする。初期状態においてはバッファ容量はバッファ容量の半分の値に設定されている。

【0005】 スライス毎にバッファから取り出すビット数 N_i は、各ピクチャ（フレームまたはフィールド）毎の予測方式によって異なった値を持つ。ピクチャ内の予測を用いた符号化のみを行うピクチャ（以下、Iピクテ

ヤ)においてNIビット、ピクチャ内と前方のピクチャからの予測を行うピクチャ(以下、Pピクチャ)においてはNPビット、ピクチャ内と前方および後方のピクチャからの予測を行うピクチャ(以下、Bピクチャ)においてはNBビットが取り出される。

【0006】NI, NP, NBは、NI:NP:NBの比が既に符号化されている中で最後のI, P, Bピクチャの発生符号量の比となるようにピクチャ単位に更新する。例えば符号化レートがRビット/秒で最後に符号化したI, P, Bピクチャの発生符号量がそれぞれGI, GP, GBビット、1秒中のI, P, Bピクチャの枚数がそれぞれ2枚、8枚、20枚、そしてピクチャ内のスライス数がNM(NUM-SLICE)ならば、NI, NP, NBを次のように更新する。

【0007】

$$NI = GI * R / G / NM$$

$$NP = GP * R / G / NM$$

$$NB = GB * R / G / NM$$

但し、 $G = 2 * GI + 8 * GP + 20 * GB$ である。

【0008】以上述べたレート制御方式は、次のような問題点がある。

【0009】(1)一般に、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャの量子化ステップ幅は、ある比率 $1 : \alpha Q0 : \alpha Q$ のときに符号化効率が最も高くなることが知られている。従って各ピクチャの配分符号量は、量子化ステップ幅がこの比になるように決定することが望ましい。

【0010】しかし、従来のレート制御ではこのようなことは考慮されておらず、I, P, Bピクチャにおけるバッファから取り出すビット数NI, NP, NBを既に符号化したピクチャの発生符号量に比例した値とするという簡易的な方法が用いられている。従って、量子化ステップ幅が上記のような最適な比にならず、高い符号化効率が得られない。

【0011】(2)量子化ステップ幅はバッファ占有量に比例した値に設定されるため、発生符号量の少しの変動に対しても過敏に制御され、スライス毎に大きく変化してしまうため、画質の劣化を生じる可能性がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来の仮想バッファを用いたレート制御方式では、I, P, Bピクチャに対する符号量割り当てが最適化されないために、高い符号化効率が得られず、またスライス毎に量子化ステップ幅が大きく変動して画質劣化を生じる可能性があるという問題があった。

【0013】本発明の目的は、Iピクチャ、PピクチャおよびBピクチャの量子化ステップ幅の比を最適値に近い値にして符号化効率を効果的に向上させることができる動画像符号化装置を提供することにある。

【0014】本発明の他の目的は、スライス毎に量子化

ステップ幅を大きく変化させることなくフレームまたはフィールド単位の発生符号量が設定符号量となるような制御が行われる。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明は第1にフレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を複数の異なる予測符号化方式を選択的に用いて予測符号化し量子化した後、可変長符号化を行う動画像符号化装置において、符号化されたフレームまたはフィールドの量子化ステップ幅および発生符号量を記憶する記憶手段と、前記発生符号量と相関を持つ所定の評価量を計算する計算手段と、前記量子化ステップ幅と発生符号量および評価量を基に各フレームまたはフィールドに対する配分符号量および量子化ステップ幅の初期値を決定する手段とを具備することを特徴とする。

【0016】本発明は、第2にフレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を予測符号化し量子化した後、可変長符号化を行う動画像符号化装置において、可変長符号化により発生した符号列を蓄える仮想バッファと、この仮想バッファから一定の符号化対象領域毎に符号列を取り出す手段と、仮想バッファの占有量を基に量子化ステップ幅を変更する手段と、仮想バッファからの符号列取り出し量を符号化対象領域の発生符号量と相関を持つ所定の評価量を基に決定する手段とを具備することを特徴とする。

【0017】本発明は、第3にフレームまたはフィールド単位で入力される動画像信号を予測符号化し量子化した後、可変長符号化を行う動画像符号化装置において、可変長符号化により発生した符号列を蓄える仮想バッファと、この仮想バッファから一定の符号化対象領域毎に符号列を取り出す手段と、仮想バッファの占有量を監視する監視手段と、この手段により監視された占有量が第1の閾値を越えかつ前回の監視時の占有量を上回っている場合には量子化ステップ幅を大きくし、占有量が第2の閾値を下回りかつ前回の監視時の前記占有量を下回っている場合には量子化ステップ幅を小さくする手段とを具備することを特徴とする。

【0018】

【作用】本発明においては、既に符号化したフレームまたはフィールドのステップ幅、発生符号量、およびこれから符号化するフレームまたはフィールドと過去に符号化したフレームまたはフィールドの発生符号量と相関を持つ評価量を基に各フレームまたはフィールドに対する配分符号量とステップ幅の初期値が決定される。従って、異なる予測符号化方式を用いるフレームまたはフィールドの量子化ステップ幅の比が最適値となるように、配分符号量とステップ幅の初期値を設定することが可能であり、これにより符号化効率が著しく向上する。

【0019】また、本発明では各フレームまたはフィー

ルド内で仮想バッファを用いて量子化ステップ幅の制御を行う際に、仮想バッファから取り出す量を発生符号量と大きな相関を持つ評価量（アクティビティという）を基に決定することで、ステップ幅の変更の条件が従来法に比べ制限される。このため、量子化ステップ幅が大きく変化し過ぎることによる画質劣化を伴うことなく、発生符号量が設定した値に制御される。

【0020】さらに、本発明では仮想バッファの占有量が第1の閾値を越えかつ前回の監視時の占有量を上回っている場合には量子化ステップ幅を大きくし、占有量が第2の閾値を下回りかつ前回の監視時の前記占有量を下回っている場合には量子化ステップ幅を小さくすることで、同様にステップ幅の変更の条件が従来法に比べ制限され、量子化ステップ幅が大きく変化し過ぎることによる画質劣化を伴うことなく、発生符号量が設定した値に制御される。

【0021】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0022】図1は、本発明の一実施例によるレート制御法を用いた動画像符号化装置のブロック図である。本実施例は、MPEG1のシミュレーションモデルであるSM3のような符号化方式に本発明を適用した例であり、符号化のアルゴリズムは基本的に画像をフィールド（以下、ピクチャ）単位に動き補償適応予測+DCT符号化を行うものであり、図2、図3のようにピクチャ内の符号化と前方および後方のピクチャを用いた動き補償予測符号化を切り替えて用いるものである。

【0023】符号化単位は、SM3と同様に、下位からブロック、マクロブロック、スライス、ピクチャ、がグ

ループオブピクチャおよびシーケンスの順に階層化される。ブロックは8×8画素よりなり、DCTはこのブロック単位で行われる。マクロブロックはYブロック2個と、CrブロックおよびCbブロック各1個の計4ブロックよりなり、動き補償および各符号化モードの選択は、このマクロブロック単位で行われる。グループオブピクチャ（GOP）は、次のように構成される。ピクチャはSM3と同様に予測モードとして許されるマクロブロック毎のモードの種類によって大きくI、P、Bの各ピクチャに分けられる。モードとしては、フィールド内予測（Intra）、前方予測、後方予測および両方向内挿予測の4モードがある（詳細は後述）。これらのうちのどの予測モードを使用できるかにより、表1に示すようにピクチャの種類がI、P、Bの3通りに分類される。

【0024】本実施例では、符号化ピクチャフォーマットとしてインタレースフォーマットを採用しており、同じ種類のピクチャでもGOP（グループオブピクチャ）内での位置により予測方法等が異なるため、ピクチャはさらに細かく分類される。図2に、GOPの構成と各ピクチャがどのピクチャから予測されるかを示す。同図に示されるように、GOPはランダムアクセスおよび特殊再生用にエントリポイントとして周期的に設けられたIピクチャに先行するB₀ピクチャから始まり、次のIピクチャの前にあるP₁で終わるピクチャの組によって定義される。Iピクチャは偶数フィールドのみに現われる。また、各ピクチャがどのピクチャからどのように予測されるかを表1および図3に示した。

【0025】

【表1】

ピクチャの種類	予 測 方 法
I	・予測なし
P ₀	・Iよりフィールド間前方予測
P ₁	・過去のI, P ₀ (またはP ₁ , P ₂) より前方予測 (フィールド間適応予測)
P ₂	・過去のI, P ₀ (またはP ₁ , P ₂) 及びP ₁ より 前方予測 のうから選択
B ₀ ~ B ₃	・過去のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より前方予測 ・未来のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より後方予測 ・過去及び未来のP ₁ , P ₂ (またはI, P ₀) より、 両方向内挿予測 のうから選択 (いずれもフィールド間適応予測)

予測方法には偶数フィールドのみから予測するフィールド間予測と、偶/奇各1フィールドずつから適応的に予測を行なうフィールド間/フレーム間適応予測の二通りがある。図3で矢印は、フィールド間予測に行なうことを示し、また2本の線が1本の矢印に統合されている記号は、フィールド間/フレーム間適応予測を行なうことを示している。また、1GOP内での各ピクチャの符号化順序は図2(b)に示される通りである。

【0026】以上の点を踏まえて、図1に示す動画像符号化装置を説明する。

【0027】図1において、入力端子100にはインターレースされた動画像信号が入力される。この入力動画像信号は、8枚分のフィールドメモリ101に連続した8フィールド分蓄えられる。フレームメモリ101内の動画像信号は第1の動きベクトル検出回路110に供給され、原動画像によるテレスコープ検索により動き補償の第1段階での動きベクトル検出が1画素精度で行われる。

【0028】次に、動き補償の第2段階での前処理として、局部復号ループ内のフィールドメモリ108に蓄えられた局部復号信号を用いて、動きベクトル検出回路110で原画像を用いて求められた動きベクトルをその回

りの範囲を全探索することにより、リファインする。

【0029】次に、フィールドメモリ108とフィールド間/フレーム間適応予測回路109および第2の動きベクトル検出回路111において、局部復号信号を用いた1/2画素精度の動き補償の第2の段階での動きベクトル検出が行われ、予測回路109により予測信号が生成される。この予測信号は減算器102に入力されてフィールドメモリ101からの動画像信号との差がとられ、この差が予測誤差信号が出力される。

【0030】この予測誤差信号はDCT回路103により離散コサイン変換され、DCT係数データが得られる。このDCT係数データは量子化回路104で量子化され適応スキャンされた後、2次元可変長符号化回路112を経てマルチプレクサ114に入力される。量子化後のDCT係数データは、逆量子化回路105および逆DCT回路106を経て局部復号され、I, Pピクチャのみがフィールドメモリ108に書きこまれる。フィールドメモリ108の容量は、適応予測に必要な4フィールド分とされる。

【0031】マルチプレクサ114では、DCT係数データ、第2の動きベクトル検出回路111からの動きベクトルおよび符号化制御部117からのマクロブロック

タイプやステップ幅等の付加情報が多重化される。マルチプレクサ114で多重化された情報は、バッファ115を経て一定の伝送レートとされ、例えばVTR等の蓄積系（記録媒体）へ出力される。

【0032】符号化制御部117においては、バッファ115でのバッファ量と、アクティビティ計算回路116で計算されたマクロブロック内アクティビティ（Iピクチャ）または直前の同モードの量子化前の信号のマクロブロック内アクティビティ（P、Bピクチャ）を使って、量子化回路104での量子化ステップ幅を制御することにより、レート制御を行う。

【0033】次に、本実施例のレート制御と符号化のフローを図4および図5に示す。レート制御は、次のような3階層で行われる。

【0034】(1) Iピクチャから次のIピクチャの1つ前のB3ピクチャまでのNピクチャの符号量割り当て

(2) 各ピクチャに対する符号量割当とその更新

(3) 仮想バッファを用いたピクチャ内の量子化ステップ幅の制御

本実施例では、上述のようにアクティビティ計算回路116で計算されたアクティビティと呼ばれる評価量を計算し、これをレート制御に用いている。IピクチャのA

$$LOBG = ABG - GBG$$

そして、次のNピクチャには次式(2)に示す固定の割当量CAGと符号量の過不足分LOBGを合わせた符号量

$$ABG = CAG + LOBG$$

(2) 各ピクチャへの符号量割り当て

各ピクチャの割り当て符号量は、前記の条件を満たすように、次の(I)、(II)のような方針で決定する。

(I) I、P1、P2、Bピクチャの量子化ステップ幅

$$Q \cdot I : Q \cdot P : Q \cdot B = 1 : \alpha Q0 : \alpha Q$$

但し、 $\alpha Q0$ 、 αQ は定数である。ここで、量子化ステップ幅が式(3)の比となるように、各ピクチャの符号量の配分比を更新していく。

【0038】(II) Nピクチャ内で既に符号化されたピクチャの余剰ビットはNピクチャ内でまだ符号化されていないピクチャの符号量割り当てに繰り越し、これが

(I)で述べた比で分配されるように割り当て符号量をピクチャ毎に決定する。

【0039】以下に具体的な符号量割当ての手順を説明する。

$$AB \cdot I = (C1 \cdot A \cdot I + C2) \cdot CAG$$

(C1、C2：定数)他のIピクチャの配分符号量は、Iピクチャの符号化の直前に決定する。直前のIピクチャの発生符号量をアクティビティで補正したものを基本として、直前のIピクチャの平均量子化ステップ幅と、直前のP1ピクチャとP2ピクチャの平均量子化ステッ

$$AQ P \cdot P12 = (AQ P \cdot P1 + AQ P \cdot P2) / 2 ;$$

$$DQ \cdot I \cdot P12 = AQ P \cdot I - AQ P \cdot P12 ;$$

$$\text{if } (DQ \cdot I \cdot P12 \geq 1)$$

クティビティは、各画素値からブロック内の平均値を引き去った値の絶対値の総和である。他のピクチャのアクティビティは、減算器102およびDCT回路103を経て得られる動き補償適応予測誤差信号のDCT係数の絶対値の総和である。Iピクチャのアクティビティは、符号化に先立って1フィールド先読みして計算する。他のピクチャは、符号化に際してアクティビティを計算し、レート制御には直前に符号化した同じタイプのピクチャのアクティビティを用いる。

【0035】以下、上述したレート制御の手順(1)～(3)について詳細に説明する。

【0036】

(1) Nピクチャ単位の符号量割り当て（図4のS1）Iピクチャから次のIピクチャの1つ前のBピクチャまでのNピクチャの符号量が固定の値CAG（constant-allocate-gop）に近づくように、符号量制御を行う。これによる発生符号量の過不足分は、図6に示すように次のNピクチャの割当符号量に繰り越される。Nピクチャ符号化終了時に、次式(1)に示す割り当て符号量ABG（allocated-bits-gop）と、発生した符号量GBG（generated-bits-gop）の差LOBG（left-over-bits-gop）を計算する。

(1)

が割り当てられる。

(2)

$Q \cdot I$ 、 $Q \cdot P$ 、 $Q \cdot B$ の比を次式(3)のようにした時に符号化効率が良く、画質劣化も生じない。

【0037】

(3)

(2-1) Iピクチャへの符号量割り当て（図4のS3）

シーケンス内の最初のIピクチャの割当符号量 $AB \cdot I$ （allocate-bits-I）は、図4のS2で計算されたIピクチャのアクティビティ $A \cdot I$ （activity-I）を基に、発生符号量が多くなり過ぎず、かつIピクチャの量子化ステップ幅がPピクチャの量子化ステップ幅に比べて極端に小さくならないように定められた次式(4)によって決める。

【0040】

(4)

ブ幅を比較し、Iピクチャの量子化ステップ幅の方が大きい場合にはIピクチャへの割当符号量を大きくし、逆の場合にはIピクチャの配分符号量を小さくするように、次式(5)によって決定する。

【0041】

```

AB · I = GBP · I
        × AQP · I / (AQP · I - f5 (DQ · I · P12))
        × A · I / AP · I · C5;
else if (DQ · I · P12 ≤ 2)
AB · I = GBP · I
        × AQP · I / (AQP · I + f6 (DQ · I · P12))
        × A · I / AP · I × C6;
else
AB · I = GBP · I
        × AP · I / A · I

```

(5)

但し、DQ (difference qscale) は量子化ステップ幅の差、AQP (averaged qscale previans) は直前の平均量子化ステップ幅、GBP (generated bitsqprevious) は直前の発生符号量、AQP (averaged qscale previans) は直前のアクティビティをそれぞれ表わす。C

5は1以上の定数、C6は1以下の定数であり、またf5, f6はIピクチャとP1, P2ピクチャの量子化ステップ幅のずれDQ · I · P12をパラメータとする関数であり、例えば次式(6)のように定める。

$$f5(DQ \cdot I \cdot P12) = \max(1, |DQ \cdot I \cdot P12|)$$

$$f6(DQ \cdot I \cdot P12) = \max(2, |DQ \cdot I \cdot P12|) \quad (6)$$

Iピクチャの配分符号量を以上のように更新していくことにより、IピクチャとP1, P2ピクチャの量子化ステップ幅の比は最適な値に近づいていくため、符号化効率が良い。

【0042】以上のようにして決めた割り当て符号量がCAGの23%を超える場合には、この値に抑える。すなわち、

$$\text{if } (AB \cdot I > CAG \times 0.23)$$

$$AB \cdot I = CAG \times 0.23; \quad (7)$$

(2-2) P0ピクチャへの符号量割り当て
P0ピクチャに対してはあらかじめ割り当て符号量は定めない。但し、符号量がGOPの割り当て符号量の25%を超えないように後述のようにピクチャ内のレート制御によって制限する。

S14, S16, S18)

P1, P2およびBピクチャの割り当て符号量は、各ピクチャの符号化の直前に、P1, P2, Bピクチャの配分符号量ARの比がAR · P1 : AR · P2 : AR · Bとなり、かつNピクチャの符号量が割り当て符号量と一致するように、すなわち、

【0043】(2-3) P1, P2, Bピクチャへの符号量割り当て (図4のS8, S10、図5のS12、

$$RBG = ABG - GBG = AR \cdot P1 \times RN \cdot P1$$

$$+ AR \cdot P2 \times RN \cdot P2 + AR \cdot B \times RN \cdot B \quad (8)$$

となるように決める。但し、GBG (generated-bits-gop) はNピクチャ内でこれまでに発生した符号量、RN (residual-num), P1, RN · P2, RN · BはそれぞれNピクチャ内でまだ符号化されていないP1, P

2, Bピクチャの数である。これを満たす発生符号量は、次式(9)~(10)で計算される。

【0044】

$$AB \cdot P1 = AR \cdot P1 \times RBG / (AR \cdot P1 \times RN \cdot P1 + AR \cdot P2 \times RN \cdot P2 + AR \cdot B \times RN \cdot B) \quad (9)$$

$$AB \cdot P2 = AR \cdot P2 \times RBG / (AR \cdot P1 \times RN \cdot P1 + AR \cdot P2 \times RN \cdot P2 + AR \cdot B \times RN \cdot B) \quad (10)$$

$$AB \cdot B = AR \cdot B \times RBG / (AR \cdot P1 \times RN \cdot P1 + AR \cdot P2 \times RN \cdot P2 + AR \cdot B \times RN \cdot B) \quad (11)$$

(2-4) P1, P2, Bピクチャの配分符号量の比の更新

P1, P2, Bピクチャ間の配分符号量の比は、シーケンスの最初はある初期値に設定されている。そして、P1ピクチャの符号化の直前に、以下に述べるように更新する。

【0045】(2-4-1) P1ピクチャとP2ピクチャの配分符号量の比の更新

P1ピクチャとP2ピクチャを同じ量子化ステップ幅で量子化したときのアクティビティの比と発生符号量の比には、次の関係がある。

【0046】

$$GB \cdot P2 / GB \cdot P1 = C3 \times A \cdot P2 / A \cdot P1 - C4 \quad (12)$$

(C3, C4 : 定数) この関係を用いて、P1ピクチャ

とP2ピクチャの配分符号量比を次のようにする。

【0047】

$$AR \cdot P2 / AR \cdot P1 = C3 \times A \cdot P2 / A \cdot P1 - C4 \quad (13)$$

以上のような更新を行うことにより、P1ピクチャとP2ピクチャの量子化ステップ幅はほぼ等しくなり、量子化ステップ幅が大きく異なることによる画質劣化を抑えることができる。

【0048】(2-4-2) P1ピクチャとBピクチャの配分符号量の比の更新

図7のように、P1ピクチャとB0, B1, B2, B3ピクチャの中で量子化ステップ幅が1:αQとなっているピクチャに重みを付けて発生符号量の平均をとり、配

分符号量比がP1ピクチャとBピクチャの発生符号量の比となるように更新する。

【0049】まず、B0, B1, B2, B3ピクチャの加重平均の平均量子化ステップ幅と発生符号量を基に【数1】の式(14)の重み付けされた平均符号量WAGB(waited-averaged-generated-bits)・Bを計算する。

【0050】

【数1】

$$WAGB \cdot B = \sum_{i=0}^3 \frac{1}{4} \cdot \Delta QBi \cdot GB \cdot Bi$$

$$\left/ \sum_{i=0}^3 \frac{1}{4} \cdot \Delta QBi \right.$$

$$\text{但し、} \Delta QBi = | (AQ \cdot P1 + AQ \cdot P2) / 2 \cdot \alpha Q - AQ \cdot Bi | \quad i=0 \dots 3$$

$$AQ \cdot Pj = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot Pj(\text{slice}) \quad j=0,1$$

$$AQ \cdot Bi = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot Bi(\text{slice}) \quad i=0 \dots 3$$

(14)

これは、B0, B1, B2, B3各ピクチャの発生符号量を、最適な量子化ステップ幅(Pピクチャの量子化ステップ幅×αQ)からのずれの少なさを重みを付けて平均した発生符号量である。P1ピクチャとBピクチャの

配分符号量比をP1ピクチャの発生符号量と、この加重平均されたBピクチャの発生符号量の比となるように、次式(15)により更新する。

$$AR \cdot P1 / AR \cdot B = GB \cdot P1 / WAGB \cdot B \quad (15)$$

以上のような配分符号量の比の更新を行うことにより、PピクチャとBピクチャの量子化ステップ幅の比は最適な比である1:αQに近い値になり、符号化効率と画質の両面を考慮した最適な符号量配分が行われる。

【0051】(3) ピクチャ内のレート制御
ピクチャ内では仮想バッファを用いて、あるスライス単位にフィードバック制御を行う。ピクチャ内の最初のスライスの量子化ステップ幅は、Iピクチャは割り当て符号量とアクティビティを基にして求め、他のピクチャは

$$Q \cdot I(1) = C5 / AB \cdot I \cdot A \cdot I \quad (16)$$

P0ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、

【数2】の式(17)に示すIピクチャの量子化ステップ幅の平均値に定数αQ0を掛けた値を用いる。

過去に符号化したピクチャの量子化ステップ幅を基にして決定する。

【0052】(3-1) ピクチャ内の最初のスライスの量子化ステップ幅

Iピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は割り当て符号量AB・I, ピクチャ内のアクティビティの和A・Iを基に、次式(16)に従って決定する。

【0053】

【0054】

【数2】

$$Q \cdot P0 = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot I(\text{slice}) \times \alpha Q0 \quad (17)$$

Nピクチャ内の最初のスライスP1ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、【数3】の式(18)に示すIピクチャ

の量子化ステップ幅の平均値を用いる。

【0055】

【数3】

$$Q \cdot P1(1) = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot I(\text{slice}) \quad (18)$$

それ以外のP1ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、【数4】の式(19)に示す1つ前のP1ピクチャの量子化ステップ幅の平均値を用いる。

$$Q \cdot P1(1) = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} QP \cdot P1(\text{slice}) \quad (19)$$

P2ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、大きく異なる事による画質劣化を防ぐ。
【数5】の式(20)に示すP1ピクチャの量子化ステップ幅の平均値を用い、P1ピクチャと量子化ステップ幅が

$$Q \cdot P2(1) = \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot P1(\text{slice}) \quad (20)$$

B0ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、た値を用いる。
P1ピクチャとP2ピクチャの量子化ステップ幅に対して最適の比となるように【数6】の式(21)に示すP1、
P2ピクチャの量子化ステップ幅の平均値に αQ を掛け

$$Q \cdot B0(1) = \frac{\frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot P1(\text{slice}) + \frac{1}{NM} \sum_{\text{slice}=1}^{NM} Q \cdot P2(\text{slice})}{2} \times \alpha Q \quad (21)$$

B1, B2, B3ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅は、それぞれ次式(22)に示すB0, B1, B2ピクチャの最後のスライスの量子化ステップ幅を用いる。

$$\begin{aligned} Q \cdot B1(1) &= Q \cdot B0(NM) \\ Q \cdot B2(1) &= Q \cdot B1(NM) \\ Q \cdot B3(1) &= Q \cdot B2(NM) \end{aligned} \quad (22)$$

(3-2) I, P1, P2ピクチャ内のレート制御
I, P1, P2ピクチャ内では図8に示すような仮想バッファ801を用い、バッファ801の占有量により量子化ステップ幅更新部803で1スライス単位に符号化装置800(図1)での量子化ステップ幅を更新する。

【0060】各ピクチャの符号化に先立って、バッファ占有量を0にリセットする。符号化装置800からスライス単位に発生した符号ビットGB(slice)をバッファ801に蓄え、バッファ801から【数7】の式(23)に示すスライス単位の配分符号量AB(slice)を取り出

$$AB = \frac{ABP \cdot A(\text{slice})}{\sum_{s=1}^{NM} A(s)} \quad (23)$$

スライス単位にバッファ占有量BC(buffer content)を監視し、このバッファ占有量BCが閾値BT(buffer threshold)を越えて(下回って)おり、かつ前スライ

す。但し、スライス単位の配分符号量は、Iピクチャについてはピクチャ単位の割当符号量をスライスのアクティビティに比例して配分したもの、P1, P2ピクチャについてはピクチャ単位の割当符号量を1つ前の同じ種類のピクチャの同じ空間的位置のスライスのアクティビティに比例して配分したものであり、これらはピクチャ単位符号量割り当て部802によってピクチャタイプによって割り当てられる。

【0061】
【数7】

スのバッファ占有量より大きい(小さい)場合には量子化ステップ幅Qを+1(-1)する。但し、量子化ステップ幅はQ=1~31に制限する。閾値BTは、次式で

定義される値である。

$BT = ABP / NM \times (2/3)$

```
BC(0) = 0 ;
for(slice = 1 ; slice < NM ; slice++) {
  BC (slice) = BC (slice-1) + GB (slice) - AB (slice) ;
  if (BC (slice) > BT
    && BC (slice) > BC (slice-1)
    && Q < 31)
    Q += 1 ;
  else if (BC (slice) < -BT
    && BC (slice) < BC (slice-1)
    && Q > 1)
    Q -= 1 ;
}
```

このように、スライス単位にバッファから取り出す量を各スライスのアクティビティに比例した値とし、量子化ステップ幅の変化を最大で±1に制限し、しかも変更の条件を従来法に比べ厳しくしているため、スライス毎に量子化ステップ幅が大きく変化して画質が劣化する事が無い。

【0063】なお、Iピクチャにおいては、ピクチャ内の発生符号量がNピクチャに対する割り当て符号量の25%を超えた場合には、強制的にそれ以降の全ての係数を0として符号が発生しないようにする。

```
BC(0) = 0 ;
for( slice=1 ; slice < NM ; slice++) {
  BC (slice) = BC (slice-1) + GB (slice) - AB (slice) ;
  if (slice % 10 == 0) {
    if (BC (slice) > BT && Q < 31)
      Q += 1 ;
    else if (BC (slice) < -BT && Q > 1)
      Q -= 1 ;
  }
}
```

Bピクチャにおける量子化ステップ幅の更新は10スライス単位という長い周期で行われ、しかも変化は最大で±1である。従って、量子化ステップ幅は長い期間にわたって、符号化効率が最適となるように設定されたB0ピクチャの最初のスライスの量子化ステップ幅と近い値を持つため、符号化効率が良い。

【0065】(3-4) P0ピクチャ内のレート制御

$BOB (slice) = ABG \times 0.20 / NM$

(24)

スライス単位にバッファ占有量を監視し、バッファ占有量が閾値を超えた場合には量子化ステップ幅を+1する。但し、量子化ステップ幅の最大値は31に制限する。閾値はバッファから取り出す符号量と同じ値である。さらに、ピクチャ内の発生符号量がNピクチャに対する割り当て符号量の25%を超えた場合には強制的にそれ以降の全てのマクロブロックの符号が発生しないようにする。

これらをまとめると、次のようになる。

【0062】

【0064】(3-3) Bピクチャ内のレート制御

Bピクチャ内では、P1、P2ピクチャと同様の制御を行う。但し、次の点が異なる。

(1) 量子化ステップ幅の更新は、10スライス単位に行う。

(2) 更新を行うか否かは、バッファ占有量の絶対値が閾値を越えているか否かによってのみ判定し、前スライスのバッファ占有量との比較は行わない。

まとめると、次のようになる。

P0ピクチャ内では発生符号量がNピクチャに対する割り当て符号量の25%を超えないこと目的として、仮想バッファを導入の占有量により1スライス単位に量子化ステップ幅を更新する。バッファから取り出すビット数BOB (buffer-out-bits) は、次式(24)に示すようにNピクチャの割り当て符号量の20%をピクチャ内のスライスの数で割った値である。

【0066】P0ピクチャは、符号量が非常に大きくなるような特殊な場合のみレートの制限を行うようにしている。実際の符号化においてこのような制限が行われる事はきわめて希であり、ほとんどの場合、量子化ステップ幅は最初のスライスにおける設定値であるIピクチャの量子化ステップ幅の平均値のままである。従って、量子化ステップ幅がIピクチャに比べて大きく変化して画質が劣化するような事が無い。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるレート制御を行うことにより、Nピクチャ単位に一定の符号量となるように制御を行っているため、符号化レートを設定した値とすることができる。

【0068】また、各ピクチャのステップ幅の比が最高の符号化効率を得られ、かつ画質劣化が生じない比となるように符号量配分を行うことが可能であるため、符号化効率が著しく向上する。

【0069】さらに、量子化ステップ幅の変化を制限しながら設定符号量に近づくようレートに制御を行うことで、量子化ステップ幅が大きく変化し過ぎることによる画質劣化を伴うことなく発生符号量を設定した値に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る動画像符号化装置のブロック図

【図2】 同実施例におけるグループオブピクチャの構成と符号化順序を示す図

【図3】 同実施例における各ピクチャの符号化時に予測に用いるピクチャを示す図

【図4】 同実施例における符号化とレート制御の流れの一部を示す図

【図5】 同実施例における符号化とレート制御の流れの他の一部を示す図

【図6】 同実施例におけるNピクチャ間の符号量割当の様子を示す図

【図7】 同実施例におけるP1ピクチャとBピクチャの配分符号量の比率の決定法を説明するための図

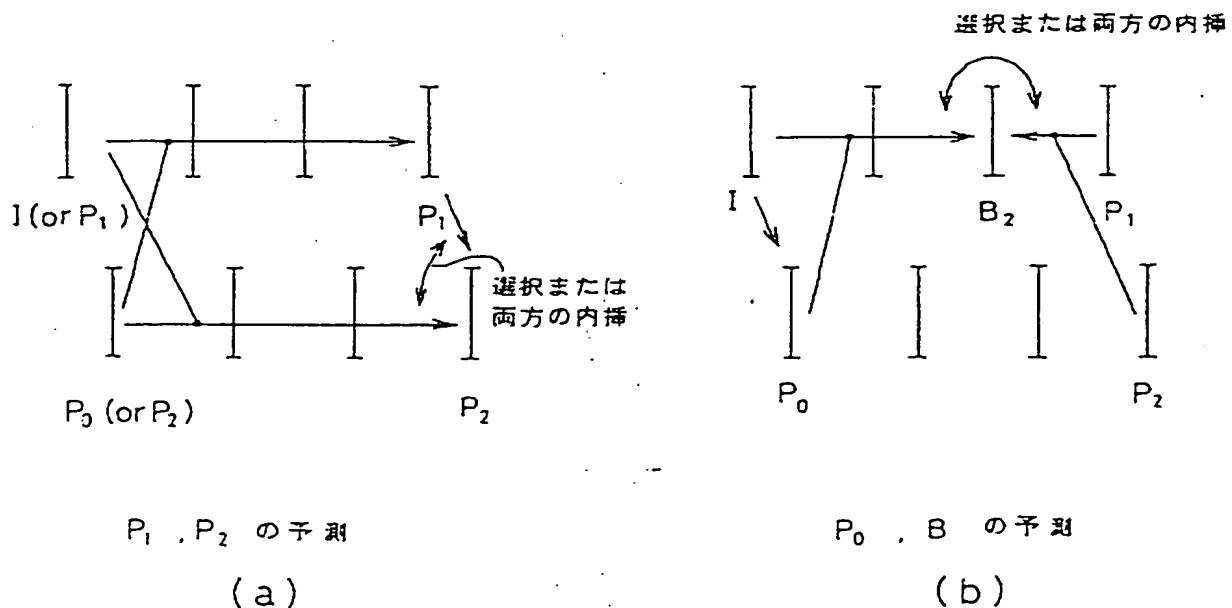
【図8】 同実施例におけるピクチャ内のレート制御に用いる仮想バッファを示す図

【図9】 従来の動画像符号化装置におけるレート制御法を説明するための図

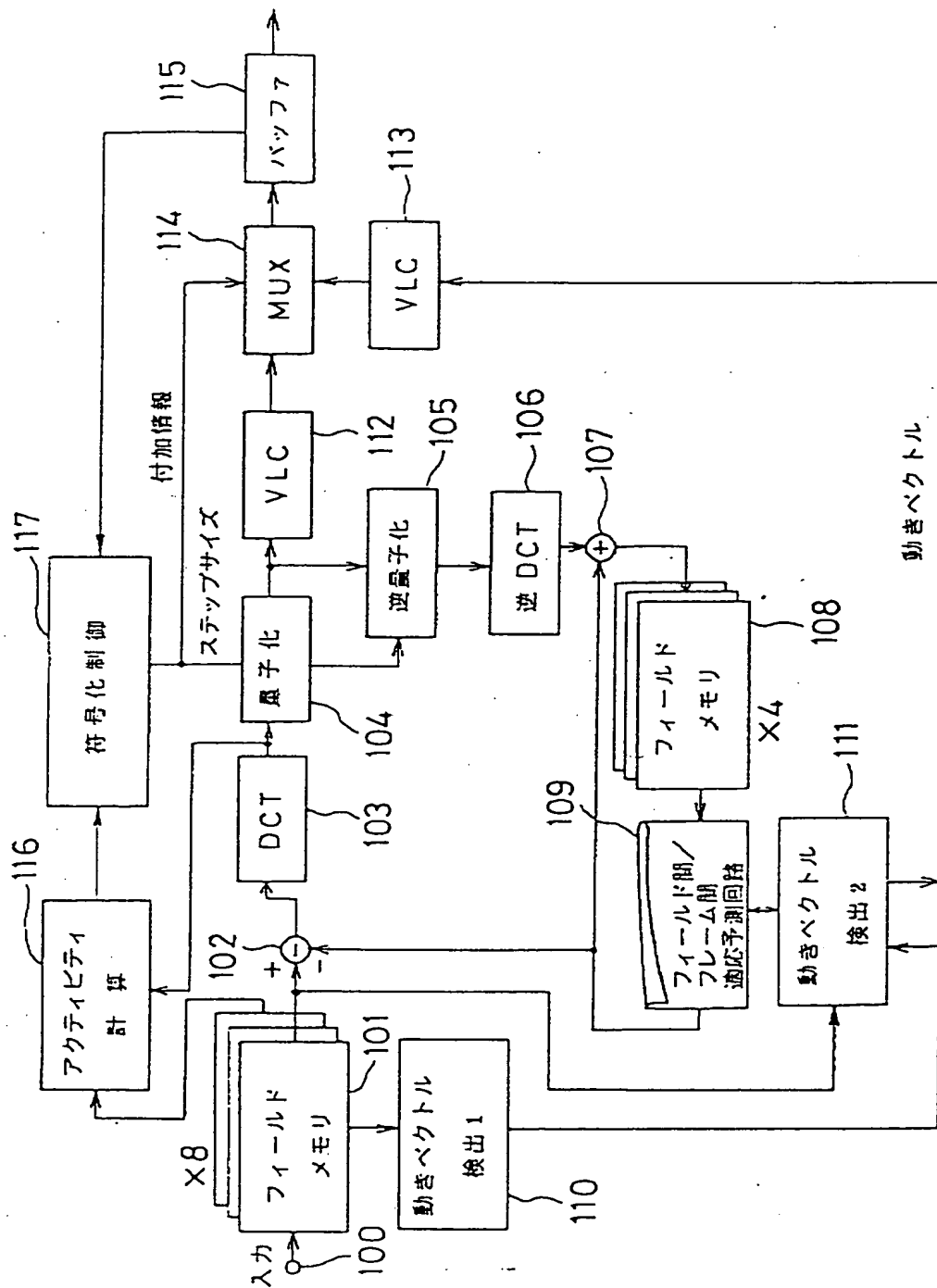
【符号の説明】

101…フィールドメモリ回路	103…DCT
104…量子化回路	105…逆量子化回路
106…逆DCT回路	108…フィールドメモリ
109…適応予測回路	110…動きベクトル検出回路
111…動きベクトル検出回路	112…可変長符号化回路
113…可変長符号化回路	114…マルチプレクサ
115…バッファ	116…アクティビティ計算回路
117…符号制御部	801…仮想バッファ

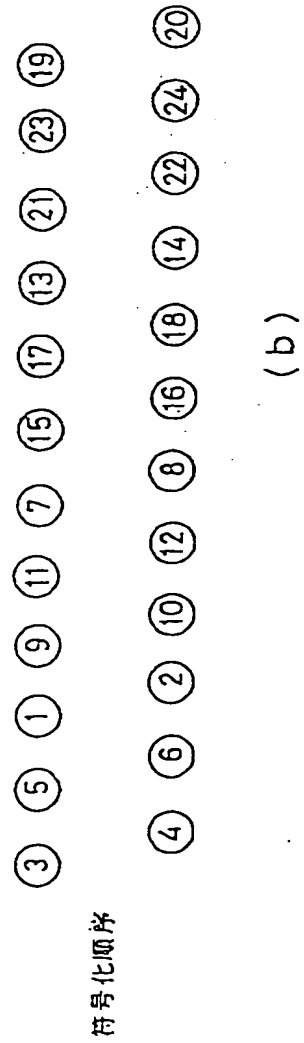
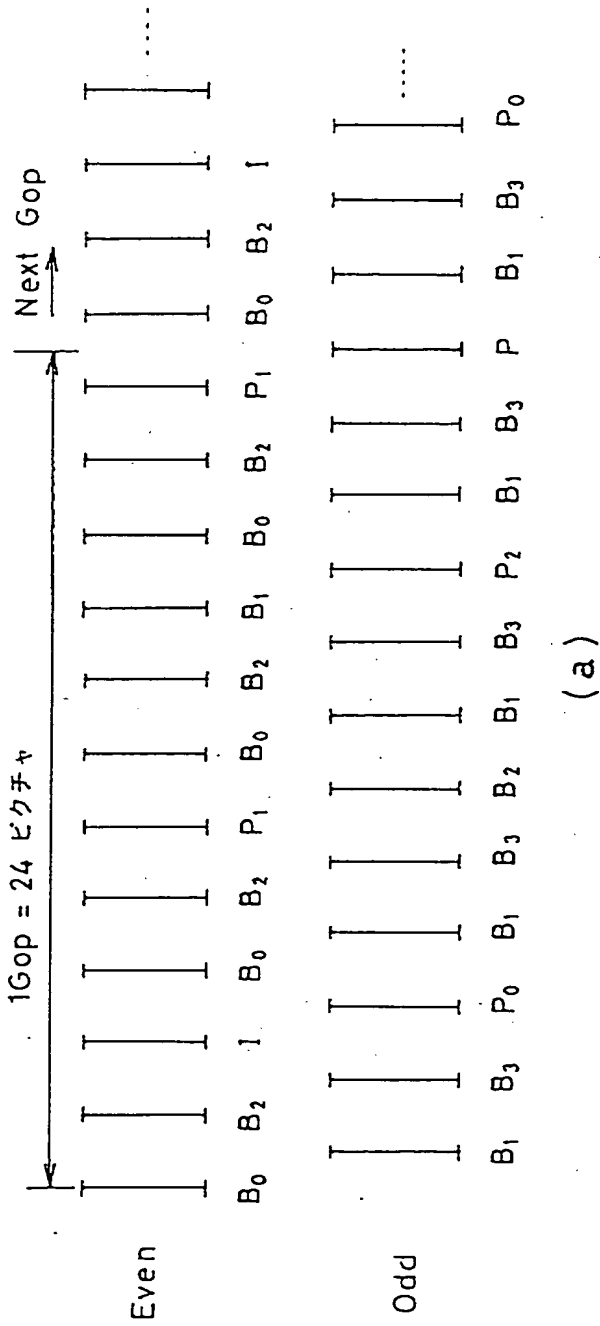
【図3】



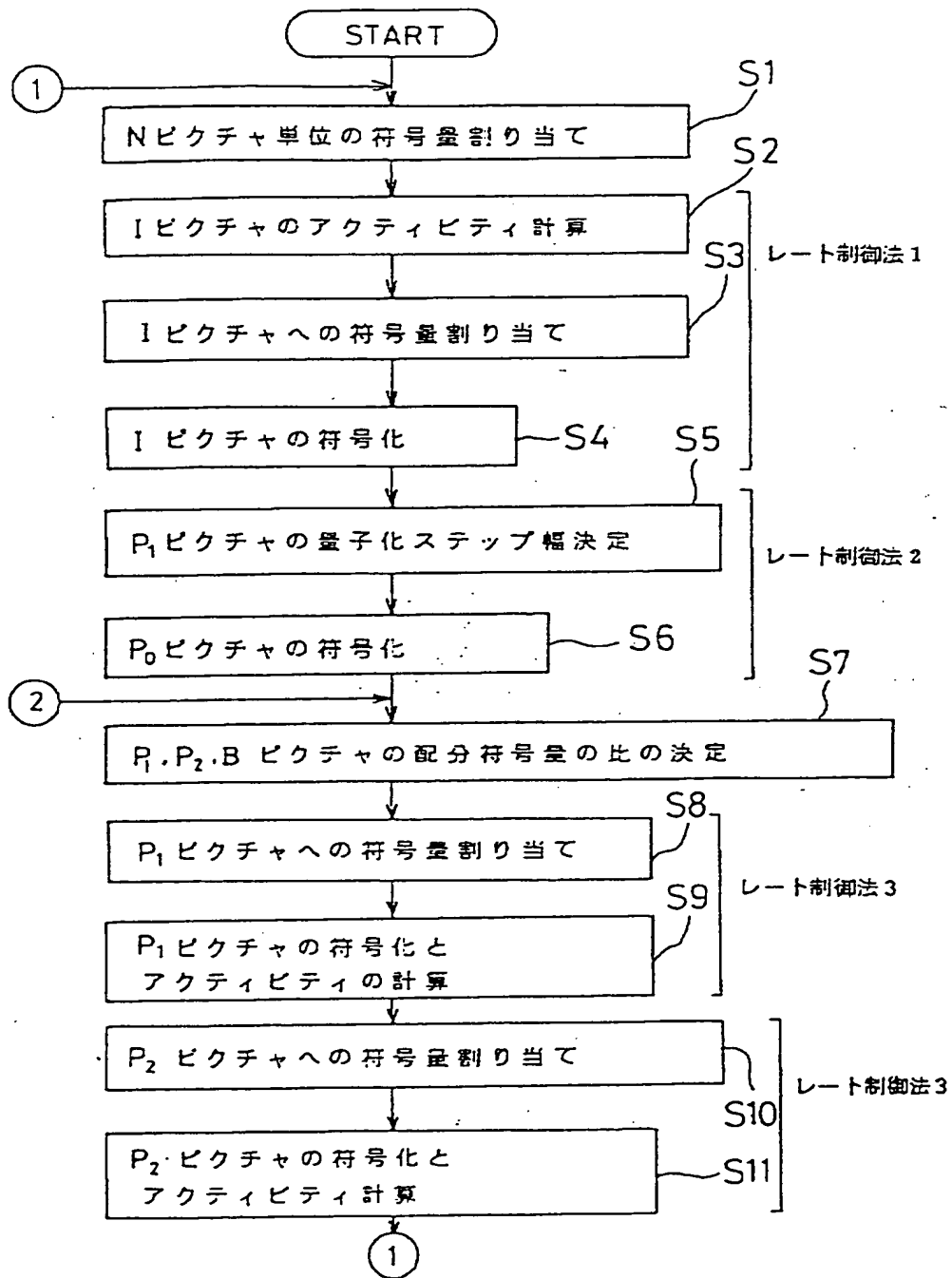
【図1】



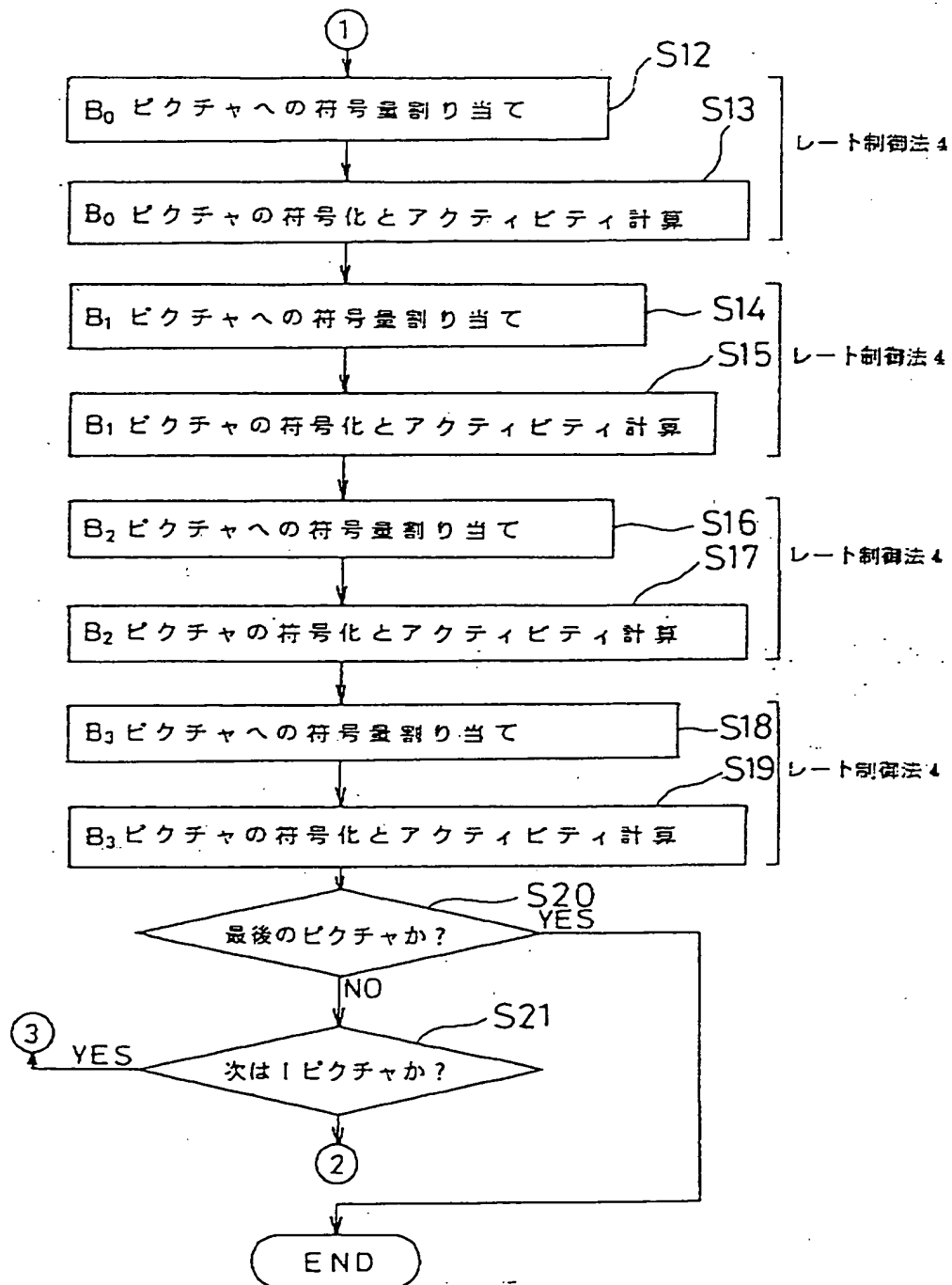
【図 2】



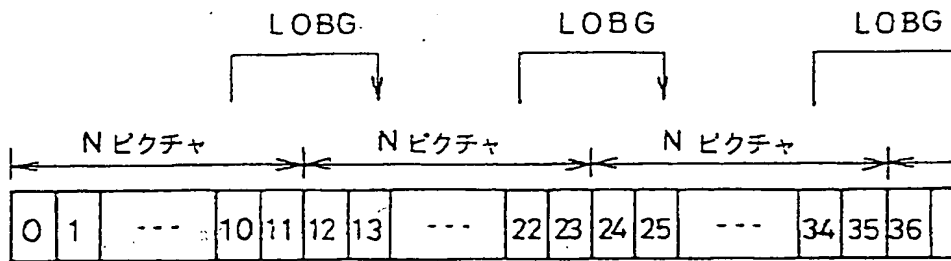
【図4】



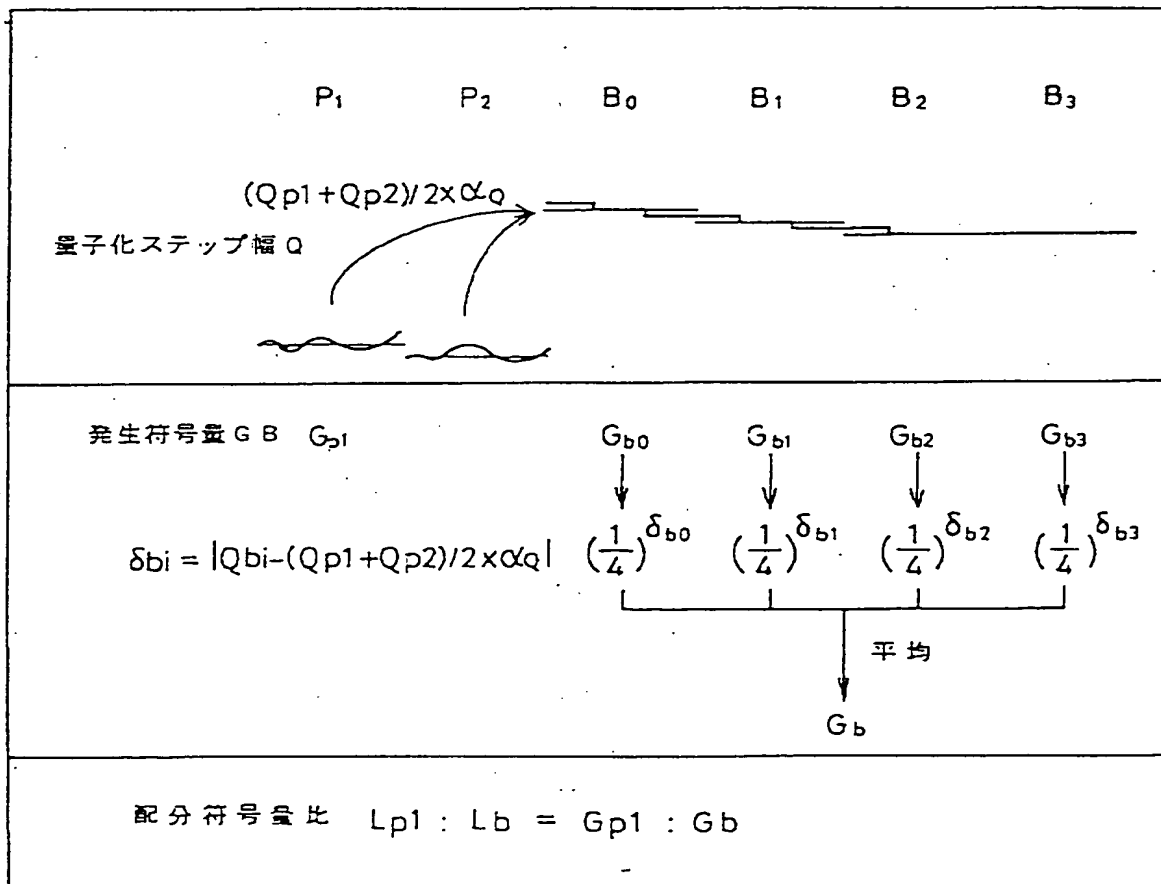
【図5】



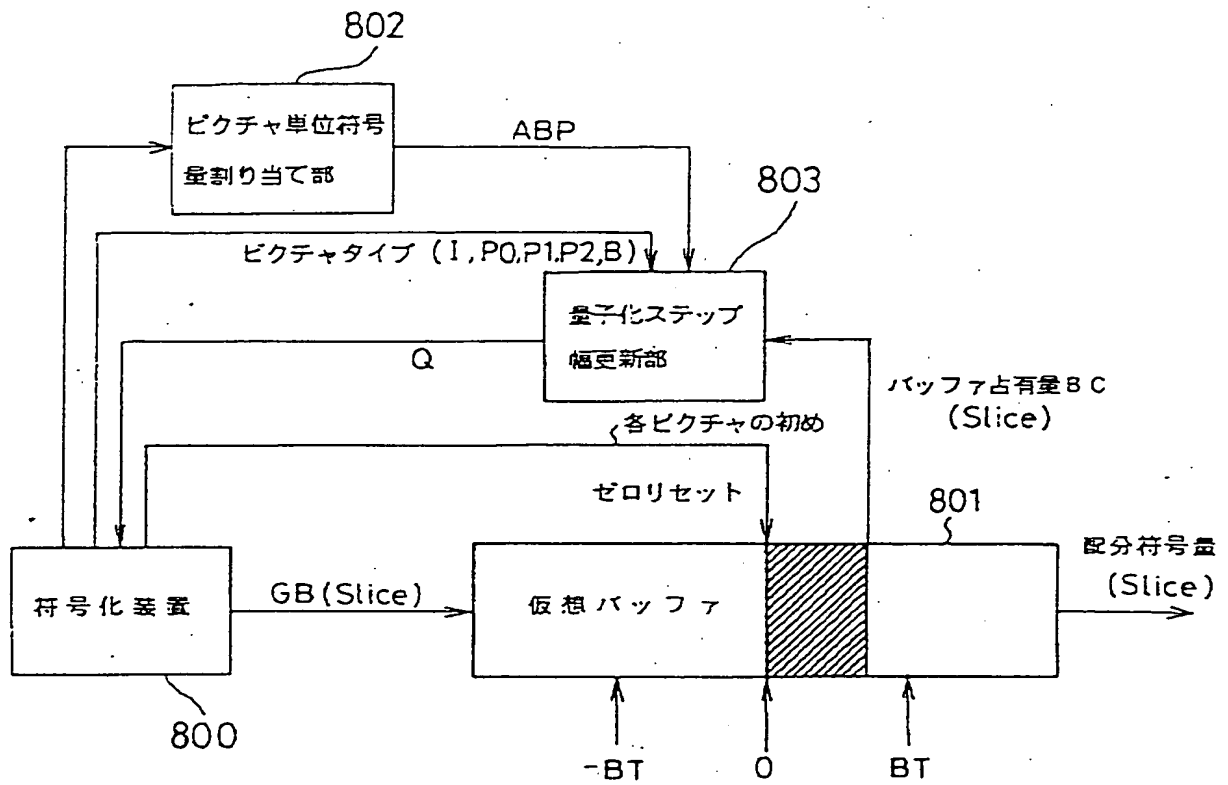
【図6】



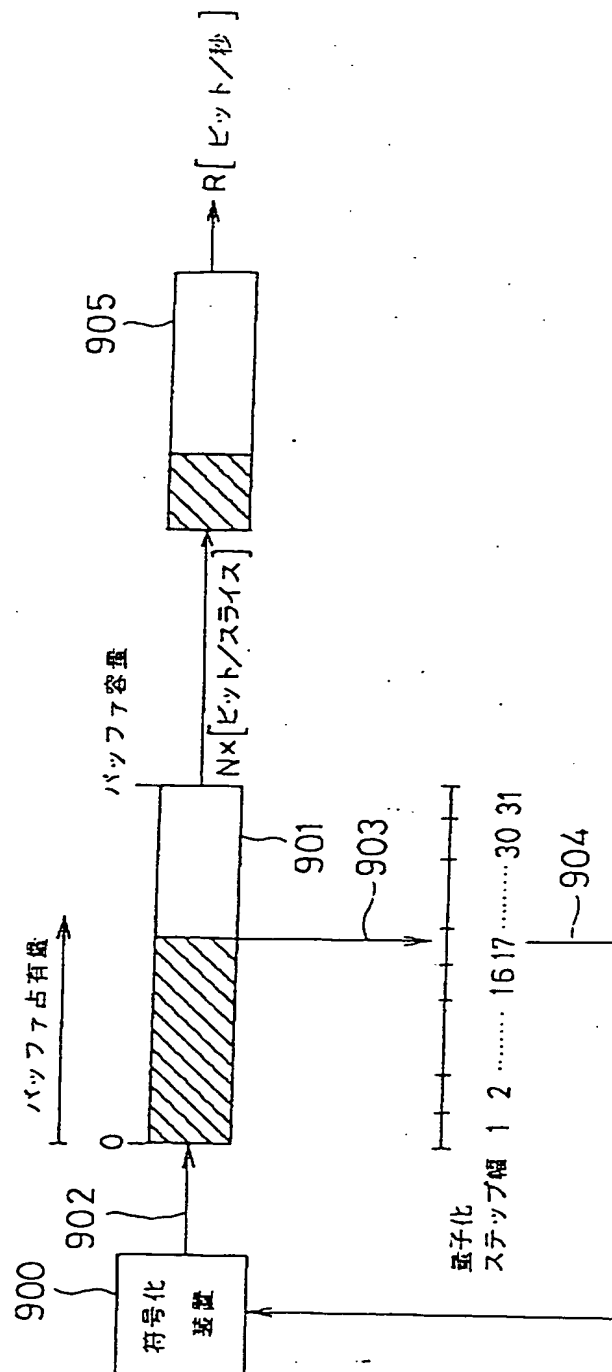
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 尾高 敏則

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内